

**Untersuchungen
über den Calziumgehalt
vitaler kariesfreier
Weisheitszähne**

von

Wolfgang Schlapp

aus Berlin

1962

Aus dem Universitäts-Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Universität Frankfurt a. Main

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN CALZIUMGEHALT
VITALER KARIESFREIER WEISHEITSSZÄHNE

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt a. Main
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Wolfgang Schlampp
aus
Berlin

Frankfurt a. Main 1959

Dekan: Prof. Dr. K. Herzberg

Referent: Privatdozent Dr. med. Grüner

Korreferent: Professor Dr. med. dent. von Reckow

Tag der mündlichen Prüfung: 26. 1. 1962



I N H A L T

	Seite
Einleitung	1
Methodik	4
Bestimmung des Calziums	5
a) als Oxalat	5
die gravimetrische Methode	5
die volumetrische Methode	6
Ergebnisse	7
Zusammenfassung	14
Tabellen	15
Literaturangaben	27

EINLEITUNG

Die Zusammenarbeit der Zahnheilkunde mit der gerichtlichen Medizin ist in den Fällen von besonderer Bedeutung, wo es um die Aufklärung von Verbrechen und um die Identifizierung von Leichen geht. Der Zahn kann sowohl in seinen physiologischen Zuständen, in seinem Werden, Sein und Vergehen, als auch in pathologischen Vorgängen, die an ihm, durch ihn und um ihn ablaufen, Gegenstand gerichtsärztlicher Expertise werden. Während man sogar an den Knochen die sogenannten Leichenveränderungen konstatieren kann, sind oft die Zähne die einzigen, unveränderten Überreste von menschlichen und tierischen Körpern. Vom rein praktischen Standpunkt aus sind meßbare und damit objektive Verfahren von Interesse. Ein wichtiges Problem stellt die Frage dar, ob zwischen dem Alter und dem Calciumgehalt der Zähne Korrelationen bestehen, die eine Altersbestimmung ermöglichen.

KÜHNS stellte Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der harten Zahnschubstanzen des Menschen in verschiedenen Altersstufen an. Er beobachtete ein Steigen des Ascherückstandes im Dentin um 3,17 % und ein Ansteigen des Kalkgehaltes um 0,08 % in einer Untersuchungsreihe, welche Zähne von Kindheit an bis zum Greisenalter erfaßte.

GERLACH stellte Untersuchungen an, in denen entwicklungsgeschichtlich ältere und jüngere Dentinlagen von Zähnen verschiedener Zahngruppen untereinander analysiert und vergleichend betrachtet wurden. Er konnte eine Zunahme des Calciums mit dem Alter in diesen Schich-

ten beobachten.

SUTOR untersuchte, ob eine Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes der Zähne vom Lebensalter besteht. Eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes der Zähne mit steigendem Alter führte er auf vermehrte Einlagerung von Kalksalzen in die Dentinkanälchen und in die Pulpenkammer zurück.

GOLDBACH prüfte die Möglichkeit einer Altersbestimmung von verschiedenen Personen nach dem Zustand des Gebisses. Seine Untersuchungen beschäftigten sich nur mit den sichtbaren Veränderungen an Kieferknochen und an den Zähnen, wie z. B. Abrasionsgebiß, Stellungsanomalien usw. Über die chemische Zusammensetzung, insbesondere über den Calciumgehalt der Zähne, wurde in diesen Untersuchungen nichts erwähnt. Um die Frage, ob eine Relation zwischen Calciumgehalt und Alter besteht, zu klären, wurden von MAY - mit anderen technischen Methoden - Untersuchungen durchgeführt. Er fand ein Ansteigen des Calciumgehaltes bzw. des Veraschungsrückstandes mit zunehmendem Alter.

MAY verwandte für seine Versuche 28 vitale, extrahierte Eckzähne. Er entfernte den Wurzelzement und die Pulpa, außerdem alles Sekundärdentin, so daß nur der Dentinkörper übrig blieb. Er wollte hiermit vermeiden, daß das Wurzelzement, das mit seinem Ca-Stoffwechsel nicht den gleichen Gesetzen wie das Dentin folgt, die Versuchsergebnisse maßgeblich beeinflussen könnte. Das Verhältnis der anorganischen zur organischen Substanz würde durch eine am Dentin belassene Zementmenge verschoben werden. Deshalb zog MAY nur einen Dentinring von jedem Zahn zur Untersuchung heran. Seine Versuchspräparate wurden vor der Veraschung bei 60° C fünf Tage bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Nach erfolgter Veraschung in einem Porzellantiegel wurde das Aschengewicht von dem Ausgangsgewicht abgezogen und das Ausgangsgewicht durch die Differenz dividiert.

Forensisch dürfte von Interesse sein, ob sich Zähne anderer Zahngruppen von den Eckzähnen in ihrem chemischen Verhalten unterscheiden oder ebenso, wie es MAY von den Eckzähnen behauptet, zur Altersbestimmung herangezogen werden können. Aus diesem Grunde wurde in Anlehnung an MAY in vorliegender Arbeit unter Anwendung anderer Verfahren und mit Zähnen einer anderen Zahngruppe das Problem wieder aufgenommen. Zur Untersuchung kamen extrahierte, vitale, kariesfreie Weisheitszähne. Ein Vergleich verschiedener Zahngruppen miteinander wurde vermieden, weil die Zähne zeitlich nicht die gleiche Entwicklung durchmachen. Denn nach BARGMANN, HINTZSCH E. und M. BAUMANN MÖLLERDORF und BRUHN wissen wir, daß die Verkalkung der einzelnen Zahngruppen zu verschiedenen Lebenszeiten beginnt. Um wirklich kariesfreie, vitale Zähne als Untersuchungsmaterial zu erhalten, fiel die Auswahl auf impaktierte oder retinierte Weisheitszähne, die extrahiert werden mußten (Universitäts-Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Würzburg). Die Indikation ihrer Entfernung stützte sich auf kieferorthopädische und kieferchirurgische Erwägungen. Da derartige Zähne die Mundhöhle noch nicht erreicht haben, darf ein Kariesbefall ausgeschlossen werden. Die Verwendung aller anderen Zahngruppen - Front-, Backen- und Mahlzähne - kam nicht in Betracht. Denn kariesfreies Untersuchungsmaterial genannter Gruppen darf aus kosmetischen und funktionellen Erwägungen heraus nicht herangezogen werden. Die Verwendung von impaktierten und retinierten Weisheitszähnen erfolgte aus der Überlegung heraus, daß diese Zahngruppe bis zur Extraktion keinen bakteriellen und Säureeeinflüssen in der Mundhöhle ausgesetzt waren.

Es tauchte die Frage auf, ob wir die verlagerten Weisheitszähne nach der von MAY angewandten Methode untersuchen, oder ein anderes Verfahren bei unseren Versuchen anwenden sollten. Da MAY die Vermu-

tung aussprach, daß die Zunahme des Ascherückstandes bei zunehmendem Alter der Eckzähne auf eine Ca-Vermehrung zurückzuführen sei, erschien es zweckmäßig, bei unseren Untersuchungen den Ca-Gehalt direkt zu bestimmen - dies um so mehr, als MAY selbst auf gewisse Mängel seiner Methodik hingewiesen hat, die durch exakte chemische Untersuchungen vermeidbar erschienen. Es wurde deshalb die im folgenden beschriebene Methodik angewandt.

Von zwei gleichaltrigen Versuchspersonen kamen jeweils zwei Zahnscheiben von 1,5 mm Stärke zur Untersuchung. Sie sind in den Tabellen 1-8 mit I, II angegeben.

METHODIK

Die Zahnscheiben wurden dicht unterhalb des Schmelzrandes mit Hilfe einer Spezialsäge herausgeschnitten. Anschließend entfernten wir die Pulpa und möglichst auch alles Sekundärdentin mit einem starken Beutelrockbohrer. Die so präparierte Zahnscheibe wurde nun gewogen. Um eine genaue Wägung zu erhalten, wurde eine analytische Waage benutzt. In einem Trockenschrank (1 Stunde bei 110°C) entzogen wir der Scheibe den Wassergehalt. Um eine Aufnahme von Luftfeuchtigkeit beim Abkühlen zu vermeiden, wurde die Scheibe aus dem Trockenschrank in einen Exsikkator gebracht, dessen Boden mit Calciumchlorid bedeckt war. Nun erfolgte wiederum eine Wägung, wobei darauf zu achten war, daß die Zahnscheibe nicht mit den Fingern berührt wurde, um jegliche Feuchtigkeitsaufnahme zu vermeiden. Es wurden nur völlig saubere Pinzetten verwandt. Nach erfolgter Wägung legten wir das Versuchsobjekt erneut in den Trockenschrank (1 Stunde bei 110°C) und anschlie-

ßend wurde wieder im Exsikkator abgekühlt. Um etwaige Fehlwerte bei der Wägung auszuschließen, wogen wir die Scheibe ein zweites Mal. Der nun gewonnene Wert wurde mit dem ersten verglichen.

BESTIMMUNG DES CALZIUMS

a) ALS OXALAT

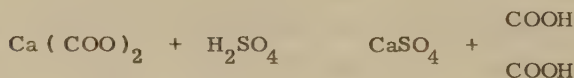
Die gravimetrische Methode

Das Versuchsobjekt mußte zur Bestimmung des Calziums aufgelöst werden. 5 ml einer 12 %igen Salzsäure wurden in ein Reagenzglas abgefüllt; hierin löste sich das Versuchsobjekt nach 12 Stunden soweit, daß der gesamte Inhalt des Reagenzglases in einen bereitgestellten Kolben abfiltriert werden konnte, um die organischen, unlöslichen Restbestandteile der Zahnscheibe zurückzuhalten. Das hierzu verwandte Filterpapier, der Trichter und das Reagenzglas wurden mit Aqua bidest. über dem Kolben gründlich nachgespült. Anschließend stellten wir den eben erwähnten Kolben über eine Bunsenflamme, um das in der Lösung befindliche CO_2 zu entfernen. Nach Neutralisation mit einer 10 %igen Ammoniaklösung wurde die Ausfällung des im Kolben gelösten Calziums vorbereitet. Die genaue Menge von 5 ml einer heißen 5 %igen Ammoniumoxalatlösung fügten wir mittels Pipette tropfenweise dem Inhalt des Kolbens bei. Sofort trat die Fällung des Calziums als Calciumoxalat - unter starker Trübung - ein. Nach zirka 10-12 Stunden konnte das Calciumoxalat dann abfiltriert werden. Zum Filtrieren benutzten wir einen Glasfiltertiegel, der vorher zur gründlichen Reinigung in einer Porzellanschale mit 20 %iger Salzsäurelösung 45 Minuten kochen mußte. Anschließend wurde der Glasfiltertiegel mit reichlich Aqua bidest. und mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe gewaschen. Zum Trocknen stellten wir den

Glasfiltertiegel 1 1/2 Stunden bei 110° C in den Trockenschrank und dann 1 Stunde in den Exsikkator zum Abkühlen. Der in beschriebener Weise gereinigte und getrocknete Glasfiltertiegel konnte dann zum Abfiltrieren verwandt werden. Mit einem Glasstab, auf dessen Spitze ein Gummiring aufgesetzt war, rieben wir die Wände und den Boden des Kolbens gründlich ab um die anhaftenden Calciumoxalatkristalle mechanisch zu entfernen. Dann wurde der Inhalt des Kolbens in den Glasfiltertiegel, in dem sich das Calciumoxalat absetzte, gegossen. Um den Überschuß an Fällungsmittel (Oxalsäure) zu entfernen, spülten wir mit 1 %iger Essigsäure nach. Der Rückstand besteht dann aus $\text{Ca C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und kommt so zur Auswaage.

Die volumetrische Methode

Um eine Kontrolle der erhaltenen Werte zu gewinnen, wurde zusätzlich die volumetrische Methode zur Ca-Bestimmung angewandt. Wir stellten eine 12 %ige Schwefelsäure her und tropften diese mit einer Pipette auf das in dem Glasfiltertiegel befindliche Calciumoxalat.



Mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe konnte die Oxalsäure in einen neuen Kolben abtropfen. Der untere Rand des Glasfiltertiegels und der Vor-
satz wurden mit Aqua bidest. in den Kolben abgespült. Das unlösliche Calciumsulfat blieb im Glasfiltertiegel. Zum Titrieren wurde eine n/50 Kaliumpermanganatlösung hergestellt. Diese Lösung gossen wir durch einen Trichter in eine Bürette, die in einem Ständer befestigt war und zwar soweit, bis die Oberfläche der Flüssigkeit genau mit dem Eichstrich 0 abschloß. Die in dem Kolben enthaltene Lösung wurde

dann erhitzt, unter die Bürette gestellt und tropfenweise KMnO_4 in den Kolben gegeben, der dabei ständig geschüttelt werden muß. Die anfangs auftretende Blaufärbung schlug plötzlich in violett um. Nun wurde an der Skala der Bürette die Menge des verbrauchten KMnO_4 abgelesen und daraus der Calciumgehalt der Lösung berechnet.

Mit obigen Methoden kamen 32 vitale Weisheitszähne von Personen im Alter von 18 - 53 Jahren zur Untersuchung. Wie schon eingangs erwähnt wurde, führten wir für jeden Zahn beide Methoden der Ca-Bestimmung durch, dabei wurde folgendes Resultat erzielt:

ERGEBNISSE

Die Ergebnisse einer exakt durchgeführten Calciumbestimmung (siehe Tabelle I, II, III und IV) ergaben sowohl nach der Oxalatmethode als auch auf volumetrischem Wege (siehe Tabelle V, VI, VII und VIII) - übertragen auf ein Ordinatensystem - keine mit zunehmendem Alter ansteigende Kurve, d. h. keine Zunahme des Calcium-Gehaltes.

Die von uns ermittelten Resultate überraschen insofern, als nach MÖLLENDORF mit zunehmendem Alter die organischen Anteile abnehmen und die anorganischen zunehmen, was wir bezüglich des Calciums nicht feststellen konnten. Sie lassen sich außerdem nicht ohne weiteres mit den Feststellungen MAYs, die den unmittelbaren Anlaß zu den vorliegenden Untersuchungen darstellen, in Einklang bringen, und es taucht die Frage auf, worauf die Unterschiedlichkeit der Resultate zurückzuführen ist.

Es ist durchaus möglich, daß bei einer gemessenen Zunahme des Gewichts der Trockensubstanz nach der Veraschung - bei Zähnen älterer

Personen - andere Elemente, und nicht Calcium, für die Gewichtszunahme in Frage kommen können. Nach BOWES und MURRAY hat das Dentin menschlicher Zähne 71,09 % Aschegehalt; nach AMSTRONG und BREKHUS 25,86 % Calcium und 12,5 % Phosphor; nach TEFT, FRENCH und HODGE 1,24 % und 0,25 % Mangan; nach AMSTRONG und BREKHUS 3,43 % Stickstoff; nach CLURE und LINKINS 0,005 % - 0,214 % Fluor. Alle soeben genannten Werte beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Nach BREDMANN und MOLLENDORF ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich eine etwaige - und für das Fluor festgestellte - Zunahme der anderen organischen Substanzen wegen des auf sie entfallenden niedrigen Prozentsatzes kaum wesentlich bemerkbar machen dürfte.

Alter	mg % Fluor in Zahnasche aus Gegenden mit Fluor- gehalt im Trinkwasser		
	unter 0,1 mg/l	von 0,1-0,3 mg/l	über 0,3 mg/l
4	2	12	15
6	3	12	25
10	5	14	30
16	7	16	40
20	8	18	45 - 62
40	9	20	55 - 110
60	11	24	135

Nach den vorliegenden Untersuchungen ergab sich, daß der Calcium-Gehalt verschieden alter Zähne (Weisheitszähne) annähernd konstant ist. Abgesehen von einer Streubreite von 1-3 %, die durch individuelle Schwankungen bedingt sein mag, konnte im Gegensatz zu anderen Autoren (KÜHNS, GOLDBACH, GERLACH, SUTOR) keine Zunahme des zahneigenen Calciums mit zunehmendem Alter festgestellt werden.

Es ist zu prüfen, ob unter Umständen die Untersuchung anderer Zahngruppen durch die oben angeführten Autoren zu anderen Ergebnissen geführt hat.

KÜHNS verwandte bei seinen Versuchen - in beliebiger Folge gemischt - sowohl Schneide- als auch Eck- und Backenzähne. Der von ihm beobachtete Anstieg des Calciumgehaltes betrug nur 0,08 % bei zunehmendem Alter der untersuchten Zähne und fällt somit in die Schwankungsbreite von 1-3 %. Ein unmittelbarer Vergleich unserer Werte mit denen KÜHNS ist aber deshalb nicht möglich, da wir ausschließlich retinierte und impaktierte Zähne ein und derselben Gruppe untersuchten.

Auch GERLACH konnte seine Experimente nicht nur an mittleren Schneidezähnen durchführen, da das Material von Patienten stammte, bei denen wegen Engstand Zähne extrahiert werden mußten. Dadurch war das Material knapp, und es mußten zur Analyse auch Eckzähne und Prämolaren verwandt werden. Bei diesen ergab sich weiter die Schwierigkeit, wegen der Teilung des Pulpenkanals und der dadurch bedingten Schichtdünne des Dentins, die einzelnen Zonen scharf auszubohren.

Außerdem ist ein von GERLACH angegebener Wert des Calciumanstiegs bei Menschenzähnen um 0,6 % kaum von nennenswerter Bedeutung. Es wurde nicht angegeben, ob es sich bei dem zu untersuchenden Material um kariesfreie, vitale extrahierte Zähne handelte oder nicht.

Nach SUTOR läßt sich ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Verkalkung der Zähne und dem Lebensalter feststellen. Er gibt in seinen Untersuchungen an, daß die spezifischen Gewichte gleichaltriger Zähne manchmal recht beachtenswerte Unterschiede aufweisen, wie man aus folgenden Beispielen ersehen kann:

Alter 48	2,119		Karies
	2,189		leichte Fissurenkaries

Alter 47	2,150		fehlerfrei
	2,102		kariös

Alter 31	2,174		fehlerfrei
	2,131		kariös

Die spezifischen Gewichte von 15 Zähnen der gleichen Personen Alter
49:

1. ... 2,056	6. ... 2,031	11. ... 2,068
2. ... 2,096	7. ... 2,058	12. ... 2,091
3. ... 2,140	8. ... 2,083	13. ... 2,140
4. ... 2,029	9. ... 2,089	14. ... 2,144
5. ... 2,089	10. ... 2,125	15. ... 2,083

Nr. 3, 10, 13, 14 sind fehlerfrei, alle anderen sind defekt.

Es ist kaum anzunehmen, daß bei einer solchen Vielfalt kariesbefallener Zähne eine brauchbare Grundlage zur Bestimmung des Calziums vorhanden war.

MAY verwandte für solche Untersuchungen kariesfreie, vitale, extrahierte Zähne und zwar aus ein und derselben Zahngruppe. Es handelte sich nur um Eckzähne. Die Differenz zwischen den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und denen von MAY könnte zunächst auf die unterschiedliche Methodik zurückgeführt werden. Darüber hinaus ist zu bedenken, daß der Caninus früh zum Durchbruch kommt und somit auch den Einflüssen der Mundhöhle über einen langen Zeitraum hinweg ausgesetzt ist. Der impaktierte Weisheitszahn hingegen ist diesem Milieu entzogen und läßt a priori andere Meßwerte erwarten.

MAY nahm seine Untersuchungen an Zähnen vor, die in dem Zeitraum der zweiten Dentition bis zum Greisenalter forensisch am wichtigsten erschienen. Er führt Untersuchungen von GOLDBACH (1923), GUSTAFSON (1950) und OSCHINSKY (1921) an, die Abrasion, Dentinablagerung, Zahnerkrankungen, Zahnausfall und Veränderungen des Alveolarfortsatzes in Relation zum Alter zu bringen versuchten. Es versteht sich von selbst, daß wegen der subjektiven Bewertung der Untersuchungen, eine exakte Altersbestimmung nach obigen Gesichtspunkten nicht möglich ist. Auch Untersuchungen über altersabhängige Veränderungen in den Dentinkanälchen ließen keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Lebensalter und Kanallumen erkennen.

MAY zitierte außerdem die Untersuchungen und Angaben von KÜHNS (1895), GERLACH (1931) und SUTOR (1937), die den Ca-Gehalt bestimmten, um ihn in Beziehung zum jeweiligen Lebensalter zu setzen. Doch hängen diesen Methoden - wie erwähnt - gewisse Fehler an, die nicht zu vernachlässigen sind. Also müßte der Ca-Gehalt der einzelnen Zahngruppen untereinander differieren, wenn eine fortschreitende Verkalkung im Verlaufe des Lebens vorhanden ist. MAY wies außerdem noch auf folgenden Gesichtspunkt hin, daß nicht verschiedene Zahngruppen miteinander verglichen werden dürfen, um genaue Zusammenhänge zwischen dem Alter des Individuums und dem Ca-Gehalt zu erkennen, sondern nur Zähne gleicher Zahngruppen, die zeitlich die gleiche Entwicklung durchmachen. Daher zog MAY auch nur Eckzähne zu seinen Untersuchungen heran. Diese schienen ihm für die Altersbestimmung besonders geeignet zu sein, da sie zu den Zähnen gehören, die erfahrungsgemäß am längsten im Kiefer verbleiben. Er stellte seine Versuche nur an vitalen Zähnen an, denn nur bei diesen sei mit einer normalen Zunahme der Verkalkung im späteren Leben zu rechnen.

Die Untersuchungen von MAY erfolgten in derselben Weise, wie be-

reits oben angegeben. Nach sorgfältiger Entfernung der Pulpa und des abgelagerten Sekundärdentins wurde das Wurzelzement mechanisch entfernt, so daß nur der Dentinkörper übrig blieb. Die Abtragung des Zements schien deswegen erforderlich, weil die Stärke der Zementschicht nicht nur vom Alter, sondern auch von anderen Faktoren (Hyperzementose) abhängig sein kann.

Die Untersuchungsergebnisse wurden in ein Koordinatensystem eingetragen. So brachte MAY 28 vitale Fickzähne zur Untersuchung, die er tabellarisch zusammenfaßte. Einige gewonnene Werte passen sich nicht dem Kurvenbild an, doch glaubt MAY bei einem Untersuchungsobjekt (Nr. 38) den zu tief liegenden Wert mit einem seit längerer Zeit bestehenden Pulpentod erklären zu können, da dann das Verhältnis der organischen zur anorganischen Substanz hinter dem wirklichen Alter des Patienten zurückbleibt. Ein Unterschied in dem Verkalkungszustand der von Männern und Frauen gewonnenen Zähne scheint nicht zu bestehen, und es dürfte, wie MAY ausführt, sich eine gesonderte Auswertung der Geschlechter damit erübrigen.

Aus den Angaben der von MAY aufgestellten Tabelle wurden Mittelwerte von fünf zu fünf Jahren errechnet. Diese Werte wurden dann in die Formel für die Gerade $y = a + bx$ eingesetzt, da MAY ein lineares Anhängigkeitsverhältnis annahm. Der so gewonnene Wert von 0,019 gibt - nach MAY - die Steigung der Geraden an, die Ausdruck des Verhältnisses von Alter und Quotient sein soll.

Die von MAY angestellte kritische Betrachtung seiner Methode weist auf einige Unzulänglichkeiten der ihm zur Verfügung stehenden Mittel hin. Dadurch ließen sich verschiedene Ungenauigkeiten im Verlauf der Kurve erklären, doch ändere dies nichts Grundsätzliches am Gesamtergebnis. MAY vermutet eine Verringerung der Schwankung bei Be-

nutzung (vor der Trocknung) pulverisierter Zahnscheiben.

Er nimmt an, daß Untersuchungen vitaler Schneidezähne, Prämolaren und Molaren, da diese jeweils etwa zur gleichen Zeit angelegt werden, Parallelen zu der von ihm aufgezeigten Eckzahnkurve ergeben. Damit ließe sich aus der Errechnung des Verhältnisses zwischen organischer und anorganischer Substanz die Möglichkeit einer objektiven Altersbestimmung herleiten.

Es bleibt die Frage zu beantworten, wie die unterschiedlichen Ergebnisse MAYs (der die verschiedenen oben erwähnten Einwände, die man gegen das Vorgehen anderer Autoren machen könnte, berücksichtigt hat) und den eigenen Ergebnissen zu erklären ist. Will man nicht Unzulänglichkeit der Mayschen Methodik annehmen, so könnte man unter Umständen daran denken, daß eine Zunahme des Kalkgehaltes mit dem Lebensalter nur dann eintritt, wenn die Zähne dem Milieu der Mundhöhle unmittelbar ausgesetzt sind. An diese Möglichkeit ist besonders zu denken, wenn man die Untersuchungen von HAGA betrachtet, der vermutet, daß alkalische Phosphatase im Speichel zu unterschiedlicher Verkalkung der Zahnschubstanz bei Mann und Frau führt.

Andererseits haben auch GOLDBACH, HOHMANN, HAPPEL und FÖRSTER, in der Absicht die Mayschen Versuchsergebnisse zu vervollständigen, ihre Untersuchungen, nach fast der gleichen Methode wie MAY sie anwandte, auf die übrigen Zahngruppen ausgedehnt. HOHMANN, HAPPEL und FÖRSTER konnten keine einwandfreie und für die Altersbestimmung verwertbare Zunahme des Calciumgehaltes während des Lebens feststellen, so daß doch die Vermutung auftaucht, daß die von MAY angewandte Methodik für die unterschiedlichen Ergebnisse verantwortlich zu machen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

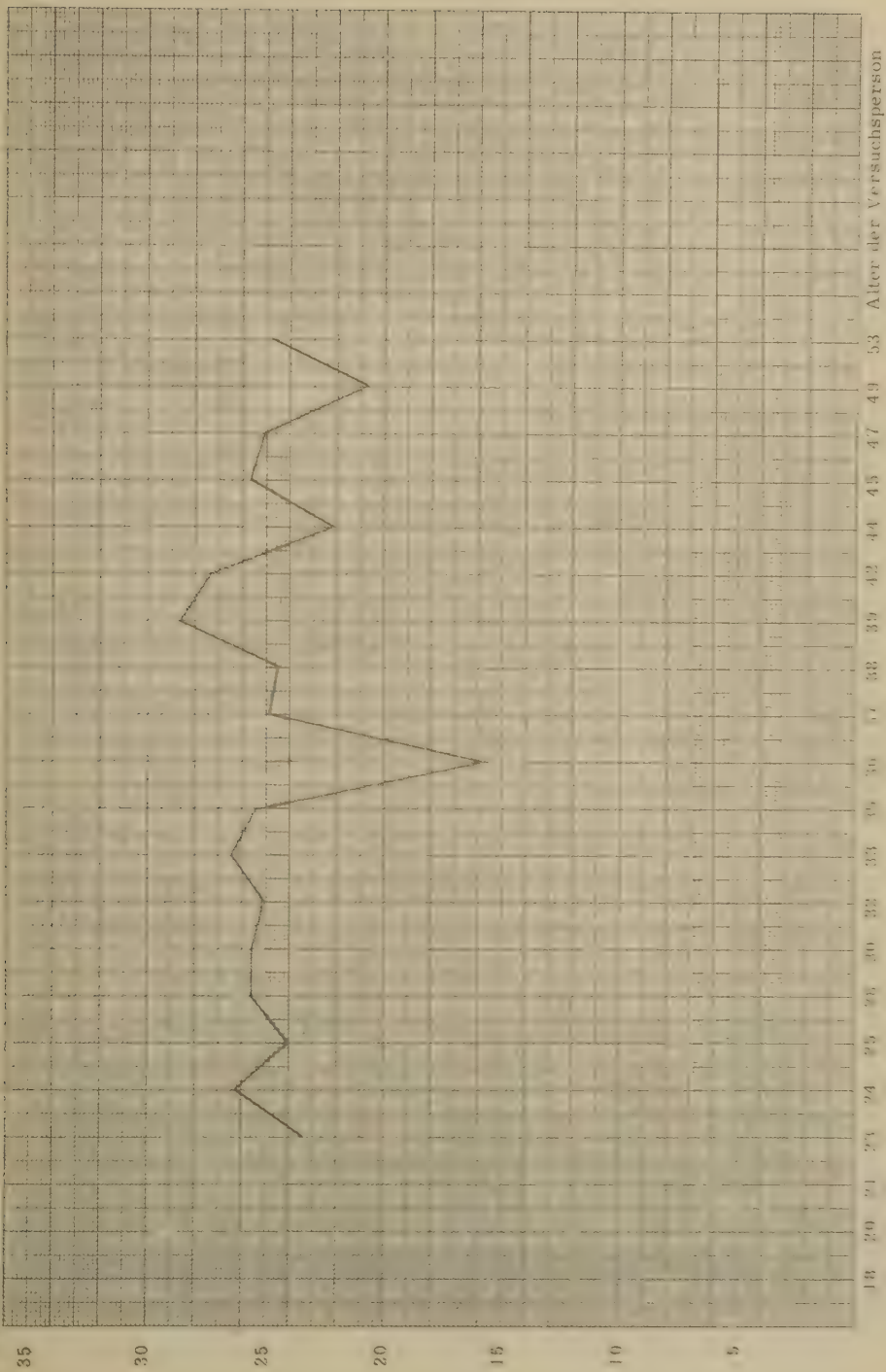
Im Anschluß an frühere Untersuchungen von KÜHNS, GOLDBACH, GERLACH, SUTOR, MAY, HOHMANN und HAPPEL sollte in vorliegender Arbeit die Frage geprüft werden, ob sich im Laufe des Lebens eine mit exakter Methodik nachweisbare und für die Altersbestimmung zu verwertende Zunahme des Zahncalciumgehaltes feststellen läßt.

Zu diesem Zwecke wurden aus 32 impaktierten oder retinierten Weisheitszähnen von Personen unterschiedlichen Alters unter gewissen Kautelen Zahnscheiben herausgeschnitten und nach zwei verschiedenen chemischen Bestimmungsmethoden (gravimetrische und volumetrische Methode) untersucht.

Es ließ sich keine Zunahme des Calciumgehaltes an den untersuchten Zahngruppen mit Hilfe der angewandten Methodik nachweisen.

Es wurde versucht, die Gründe für die von vorliegenden Ergebnissen zum Teil abweichenden Resultate anderer Autoren zu finden.

% Calcium

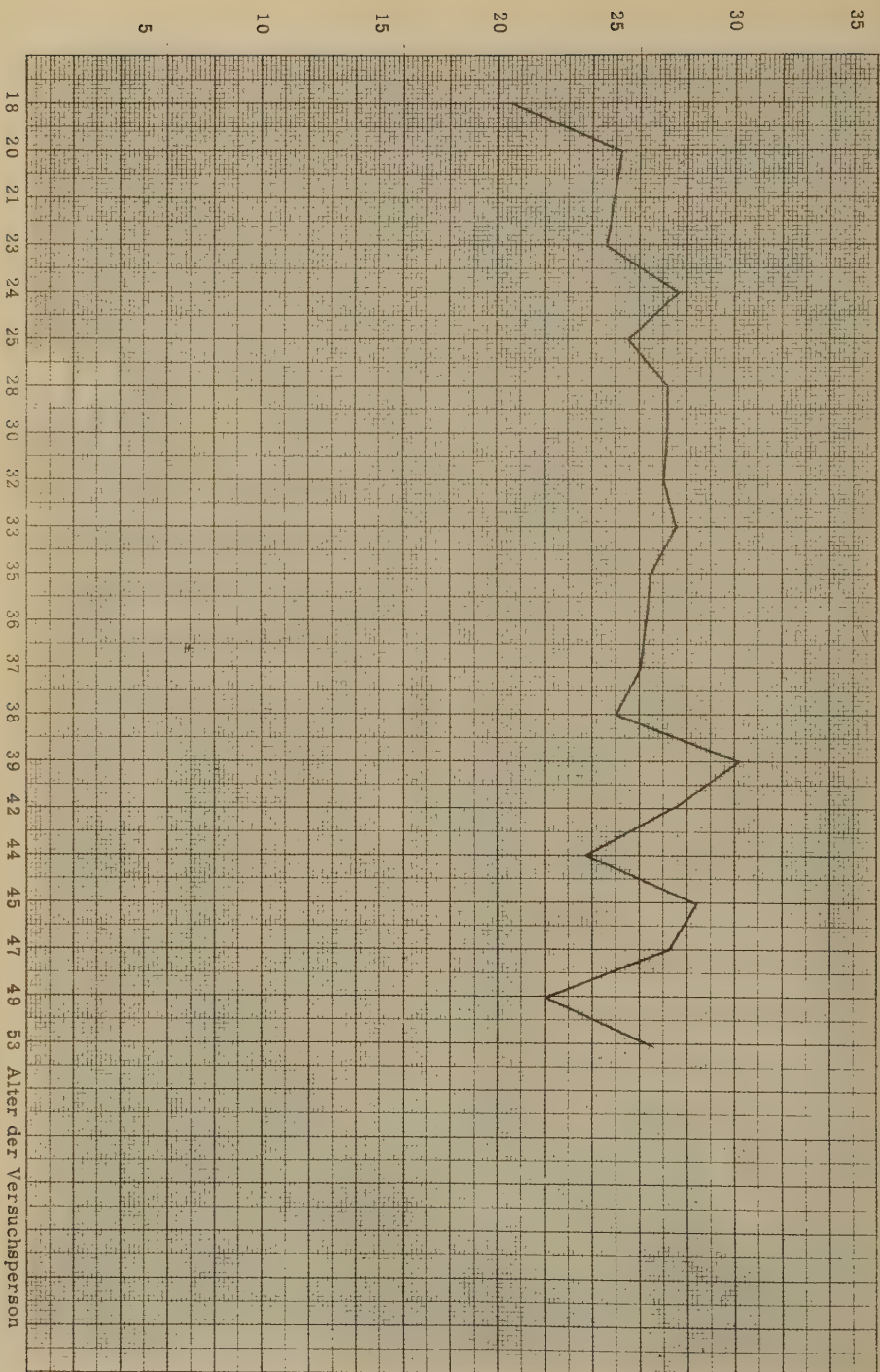


Oxalat Methode

Finische Zahnreihe

Alter der Versuchsperson

% Calcium



5

10

15

20

25

30

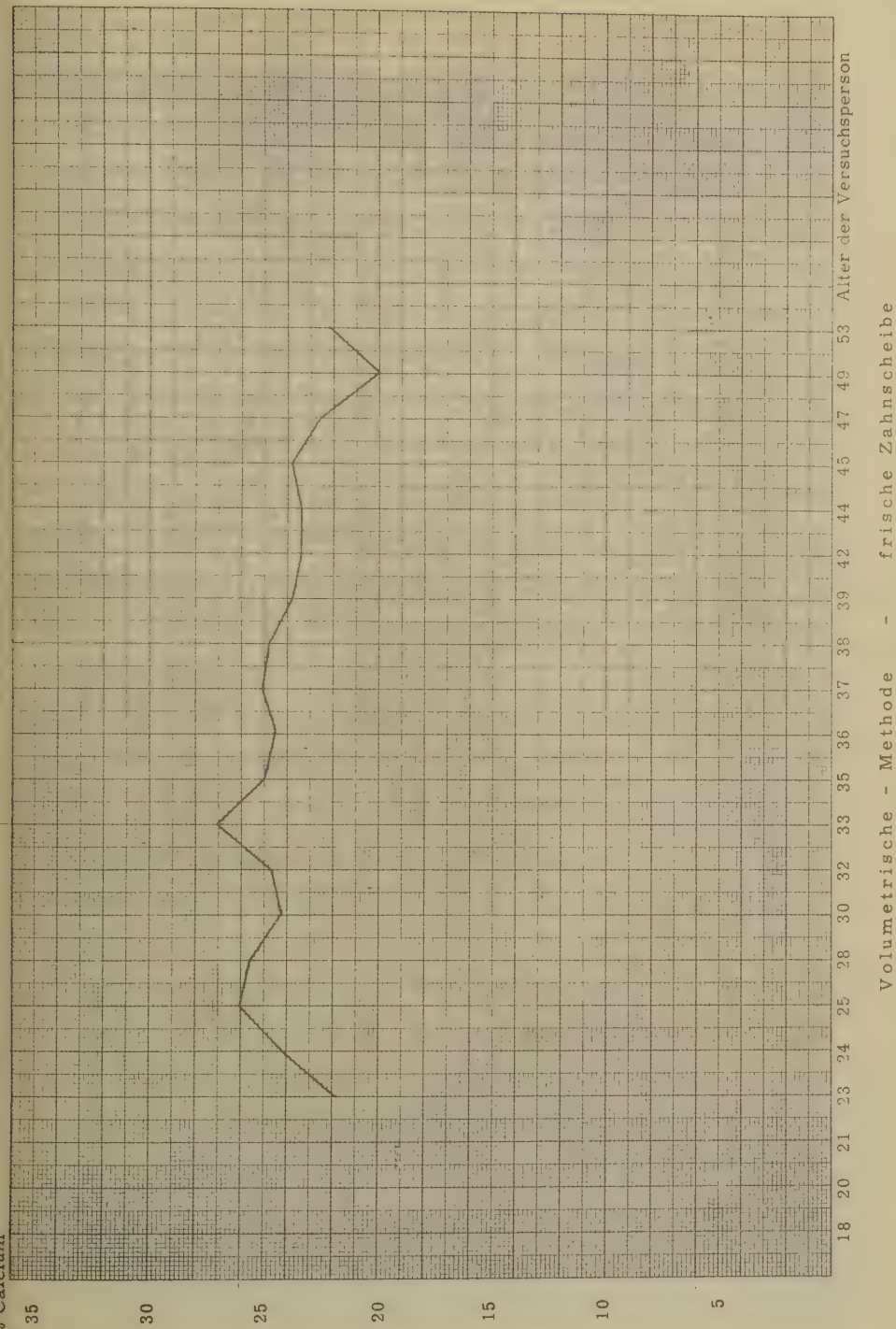
35

Oxalat-Method

-

trockene Zahnscheibe

Alter der Versuchsperson



% Calcium

35

30

25

20

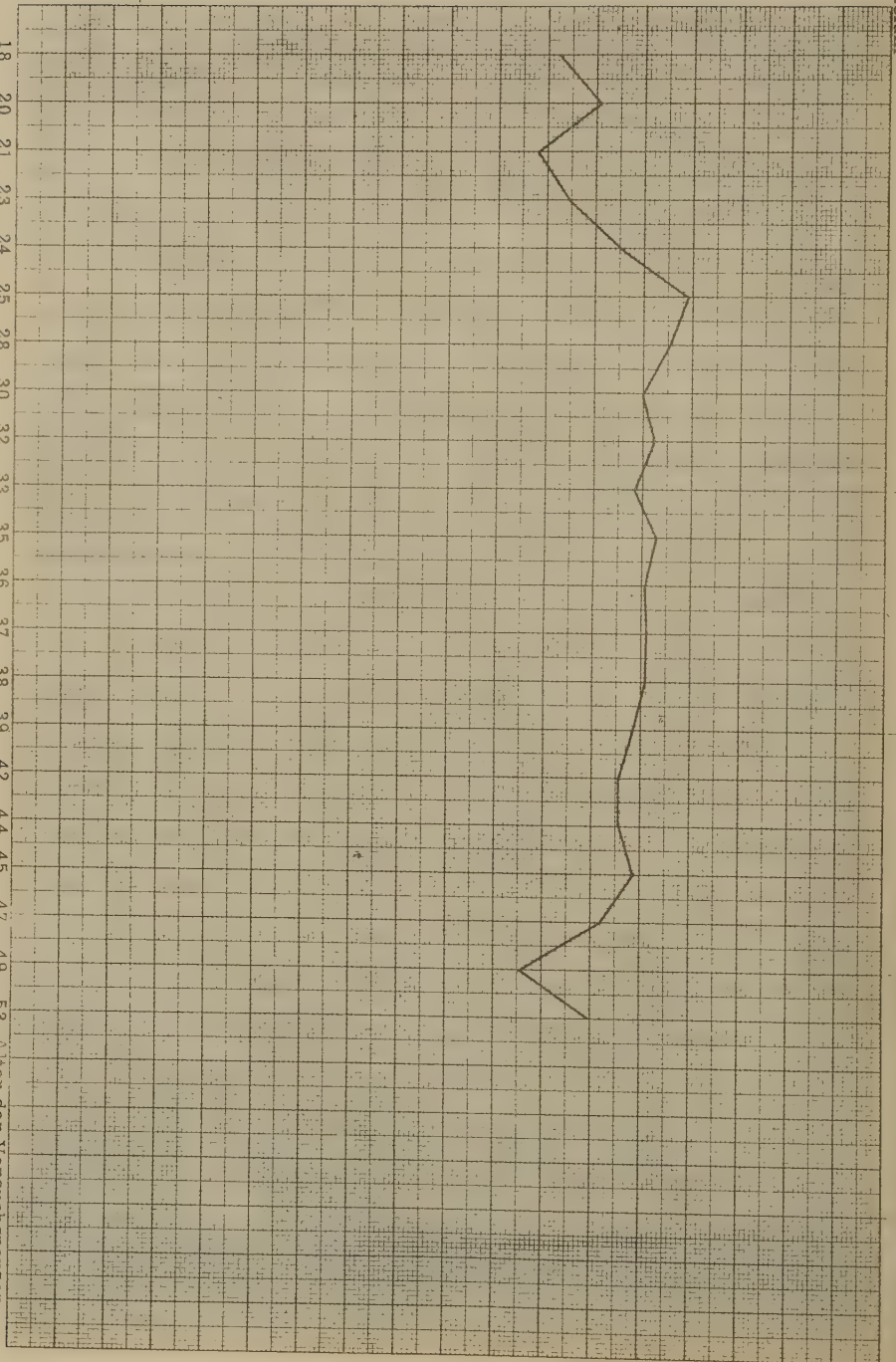
15

10

5

18 20 21 23 24 25 28 30 32 33 35 36 37 38 39 42 44 45 47 49 53 Alter der Versuchsperson

Volumetrische-Methode - trockene Zahnscheibe



VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Zahnscheib- frisch mg	Gewicht d. Zahnscheib- trocken mg	Differenz mg	Wasser- gehalt %	Ca-Gehalt mg	Ca-Gehalt frisch %	Methode	Ca-Gehalt trocken %	Mittel- wert %
1	18	II	-	6,0	-	-	33,6	3,0	-	15,36	-
2	18	II	-	40,6	-	-	47,1	12,32	-	26,04	20,7
3	20	II	-	40,4	-	-	48,4	7,87	-	25,88	-
4	20	I	-	36,0	-	-	53,3	14,7	-	26,35	25,3
4	20	II	-	66,8	-	-	57,9	15,85	-	23,79	-
5	21	I	-	34,7	-	-	51,8	14,21	-	25,97	-
5	21	II	-	34,5	-	-	31,5	6,51	-	24,97	25,1
6	21	I	-	17,3	-	-	61,0	17,51	-	25,12	-
6	21	II	-	2,2	-	-	55,6	7,24	-	24,34	-
7	23	I	20,5	15,	0,8	3,0	18,8	9,16	23,17	26,19	-
7	23	II	18,5	17,8	0,7	3,6	17,0	3,34	26,46	21,57	23,5
8	23	I	35,9	14,2	-	5,3	31,4	8,54	23,98	25,32	24,6
8	23	II	30,7	4,7	2,2	6,4	25,5	8,91	24,28	25,67	-
9	24	I	50,4	17,1	2,7	9,0	48,8	13,39	26,57	28,07	-
9	24	II	48,4	45,7	2,7	2,2	46,8	12,84	26,53	28,09	27,7
10	24	I	50,1	85,0	5,9	8,3	37,9	15,88	26,87	28,35	-
10	24	II	40,4	38,7	1,7	5,0	30,5	10,12	25,05	26,14	-

T A B E L L E II

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Zahnscheibe		Diffe- renz mg	Wasser- gehalt %	Ca- Oxalat mg	Oxalat-Methode		Ca-Gehalt	
			frisch mg	trocken mg				frisch %	Mittel- wert %	trocken %	Mittel- wert %
11	25	I	63,3	59,1	4,2	6,3	58,5	16,05	25,35	27,15	25,6
11	25	II	50,8	47,8	3,0	5,9	42,0	11,52	22,68	24,10	
12	28	I	60,9	57,3	3,6	4,9	57,1	15,66	25,71	27,32	27,1
12	28	II	48,5	45,9	2,6	6,2	45,1	12,37	25,50	26,94	
13	30	I	65,6	61,6	4,0	6,1	60,7	16,65	25,38	27,02	
13	30	II	73,2	68,3	4,9	6,8	67,7	18,57	25,37	27,18	27,1
14	30	I	76,1	71,5	4,6	6,6	71,1	19,50	25,62	27,27	
14	30	II	26,9	25,9	1,0	3,3	25,5	6,99	25,98	26,98	
15	32	I	75,6	70,8	4,8	6,6	69,4	19,04	25,18	26,89	
15	32	II	73,9	69,4	4,5	5,4	67,9	18,62	25,20	26,82	
16	32	I	89,0	82,3	6,7	7,9	80,7	22,14	24,88	26,90	27,0
16	32	II	116,6	107,6	9,0	7,6	107,4	29,46	25,26	27,37	
17	33	I	64,4	60,9	3,5	6,2	58,8	16,13	25,05	26,48	
17	33	II	55,9	54,0	1,9	3,6	57,1	15,66	26,503	29,00	27,6
18	33	I	-	22,2	-	-	21,7	5,95	-	26,80	
18	33	II	-	26,5	-	-	27,3	7,49	-	28,26	

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Zahnscheibe		Diffe- renz mg	Wasser- gehalt %	Ca- Oxalat mg	Oxalat-Methode			Mittel- wert %	Mittel- wert %
			frisch mg	trocken mg				frisch mg	%	Mittel- wert %		
19	35	I	-	54,9	-	-	51,7	14,18	-	-	25,82	26,5
19	35	II	-	54,7	-	-	51,6	14,15	-	-	25,86	
20	35	I	92,9	86,8	6,1	6,4	84,7	23,23	25,00	25,3	26,76	
20	35	II	137,6	128,1	9,5	6,4	128,3	35,19	25,57		27,47	
21	36	I	77,0	71,8	5,2	7,8	67,5	18,52	6,02	15,71	25,79	26,3
21	36	II	44,8	42,4	2,4	4,4	41,5	11,38	25,40		26,83	
22	37	I	-	93,1	-	-	88,0	24,14	-	-	25,92	26,1
22	37	II	51,0	48,2	2,8	5,9	46,3	12,70	24,90		26,34	
23	38	I	73,8	69,9	3,9	5,4	58,7	16,10	21,81	24,52	23,16	26,1
23	38	II	66,0	62,0	4,0	6,0	65,5	17,97	27,23		28,98	
24	39	I	151,2	141,9	9,3	5,9	139,4	38,24	25,29	28,74	26,94	30,2
24	39	II	44,8	43,0	1,8	4,4	52,6	14,43	32,20		33,5	
25	42	I	114,3	106,4	7,9	7,0	106,5	29,21	25,55	27,4	27,42	27,5
25	42	II	144,0	134,3	9,7	6,9	135,8	37,35	32,76		27,81	
26	42	I	121,2	113,6	7,6	6,5	113,3	31,08	25,64		27,35	
26	42	II	102,5	95,6	6,9	6,8	95,1	26,09	25,45		27,29	

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Zahnscheibe		Diffe- renz mg	Wasser- gehalt %	Ca- Oxalat mg	Oxalat-Methode			Ca-Gehalt	
			frisch mg	trocken mg				frisch mg	%	Mittel- wert %	trocken %	Mittel- wert %
27	44	I	160,4	148,7	11,7	7,4	146,0	30,04	18,73	22,2	20,20	23,8
27	44	II	109,0	102,8	6,2	6,3	102,8	28,17	25,65		27,40	
28	45	I	125,7	116,2	9,5	7,1	118,8	32,59	25,93	25,8	28,94	28,4
28	45	II	161,1	148,5	12,6	8,0	150,8	41,36	25,67		27,85	
29	47	I	187,4	172,0	15,4	8,0	171,0	46,91	25,03		27,27	
29	47	II	95,6	88,1	7,5	7,3	87,2	23,91	25,01	25,0	27,13	
30	47	I	113,4	104,8	8,6	8,0	105,5	28,94			27,61	27,3
30	47	II	213,1	195,5	17,6	8,4	194,8	53,43	25,07		27,32	
31	49	I	129,8	119,4	10,4	7,7	116,6	31,98	24,64		26,78	
31	49	II	111,4	109,8	1,6	1,8	69,0	18,93	16,99	20,8	17,24	22,0
32	53	I	134,2	124,0	10,2	7,4	121,5	33,33	24,84	24,9	26,87	
32	53	II	172,3	160,6	11,7	6,9	153,6	42,13	25,05		26,23	26,5

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Z-Scheibe		Diffe- renz mg	Was- serge- halt %	Ca- Oxalat mg	Ca-Ge- halt n. Oxalat Methode mg	Verbr. Menge n/50 KMn O ₄ ml	Volumetrische Methode				Mittel- wert %
			frisch mg	trocken mg						frisch mg	%	Mittel- wert %	trocken mg	
1	18	II	-	60,0	-	-	33,6	9,22	31,4	12,59	-	-	20,98	22,5
2	18	II	-	49,6	-	-	47,1	12,92	29,9	11,98	-	-	24,16	
3	20	II	-	30,4	-	-	28,7	7,87	19,0	7,62	-	-	25,06	
4	20	I	-	56,0	-	-	53,8	14,76	35,6	14,27	-	-	25,48	24,2
4	20	II	-	66,6	-	-	57,8	15,85	36,8	14,75	-	-	22,14	
5	21	I	-	54,7	-	-	51,8	14,21	33,4	13,39	-	-	24,47	
5	21	II	-	34,6	-	-	31,5	8,64	21,6	8,66	-	-	25,02	21,6
6	21	I	-	69,9	-	-	64,0	17,56	31,2	12,50	-	-	17,88	
6	21	II	-	32,2	-	-	28,6	7,84	15,7	6,29	-	-	17,88	
7	23	I	20,5	19,7	0,8	5,0	18,8	5,16	9,8	3,93	19,17		19,95	
7	23	II	18,5	17,8	0,7	5,6	14,0	3,84	9,5	3,81	20,59	21,8	21,40	22,9
8	23	I	35,9	34,0	1,9	5,5	31,4	8,61	21,1	8,46	23,56		24,88	
8	23	II	36,7	34,7	2,0	5,4	32,5	8,91	22,0	8,82	24,03		25,42	
9	24	I	50,4	47,7	2,7	6,0	48,8	13,39	31,5	12,63	25,07		26,47	
9	24	II	48,4	45,7	2,7	6,2	46,8	12,84	29,2	11,70	24,17	24,2	25,60	25,0
10	24	I	59,1	65,0	5,9	5,3	57,9	15,88	36,5	14,63	24,75		26,12	
10	24	II	40,4	38,7	1,7	5,0	36,9	10,12	23,1	9,26	22,92		23,92	

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht frisch mg	d.Z.-Scheibe trocken mg	Diffe- renz mg	Was- serge- halt %	Ca- Oxalat mg	Ca-Ge- halt n. Oxalat Methode mg	Verbr. Menge n/50 KMnO ₄ ml	Volumetrische Methode				
										frisch	Mittel-	trocken	Mittel-	
										mg	%	wert %	%	wert %
11	25	I	63,3	59,1	4,2	6,3	58,5	16,05	40,0	16,03	25,32	26,1	27,12	27,9
11	25	II	50,8	47,8	3,0	5,9	42,0	11,52	33,9	13,69	26,94		28,64	
12	28	I	60,9	57,3	3,6	4,9	57,1	15,66	39,3	15,75	25,86	25,6	27,48	27,1
12	28	II	48,5	45,9	2,6	6,2	45,1	12,37	30,7	12,30	25,35		26,80	
13	30	I	65,6	61,6	4,0	6,1	60,7	16,65	41,7	16,71	25,47		27,12	
13	30	II	73,2	68,3	4,9	6,8	67,7	18,57	45,8	18,57	25,08	24,3	26,88	26,0
14	30	I	76,1	71,5	4,6	6,6	71,1	19,50	48,0	19,24	25,28		26,90	
14	30	II	26,9	25,9	1,0	3,3	25,5	6,99	15,0	6,01	22,33		23,20	
15	32	I	75,6	70,8	4,8	6,6	69,4	19,04	47,3	18,96	25,07		26,77	
15	32	II	73,9	69,4	4,5	5,4	67,9	18,62	46,2	18,52	25,06	24,7	26,68	26,5
16	32	I	89,0	82,3	6,7	7,9	80,7	22,14	54,0	21,64	24,31		26,29	
16	32	II	116,6	107,6	9,0	7,6	107,4	29,46	70,8	28,34	24,34		26,37	
17	33	I	64,4	60,9	3,5	6,2	58,8	16,13	41,1	16,47	25,57	27,0	27,04	
17	33	II	55,9	54,0	1,9	3,6	57,1	15,66	39,7	15,91	28,46		29,46	
18	33	I	-	22,2	-	-	21,7	5,95	10,6	4,25	-		19,14	25,7
18	33	II	-	26,5	-	-	27,3	7,49	18,0	7,21	-		27,20	

VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Z.-Scheibe		Diffe- renz mg	Was- serge- halt %	Ca- Oxalat mg	Ca-Ge- halt n. Oxalat Methode mg	Verbr. Menge n/50 KMNO ₄ ml	Volumetrische Methode Ca-Gehalt				
			frisch mg	trocken mg						frisch mg	%	Mittel- wert %	trocken %	Mittel- wert %
19	35	I	-	54,9	-	-	51,7	14,18	36,2	14,51	-		26,28	
19	35	II	-	54,7	-	-	51,6	14,15	36,6	14,67	-		26,81	26,7
20	35	I	92,9	86,8	6,1	6,4	84,7	23,23	58,2	23,33	25,11	25,1	26,87	
20	35	II	137,6	128,1	9,5	6,4	128,3	35,19	86,4	34,63	25,16		27,03	
21	36	I	77,0	71,8	5,2	7,8	67,5	18,52	67,5	18,60	24,15	24,5	25,90	26,1
21	36	II	44,8	42,4	2,4	4,4	41,5	11,38	27,9	11,18	24,95		26,36	
22	37	I	-	93,1	-	-	88,0	24,14	60,0	24,05	-		25,83	26,2
22	37	II	51,0	48,2	2,8	5,9	46,3	12,70	32,0	12,83	25,15		26,61	
23	38	I	73,8	69,9	3,9	5,4	58,7	16,10	40,4	16,19	21,93	24,8	23,29	26,3
23	38	II	66,0	62,0	4,0	6,0	65,5	17,97	45,4	18,20	27,58		29,35	
24	39	I	151,2	141,9	9,3	5,9	139,4	38,24	87,7	35,15	23,24	23,9	24,77	25,6
24	39	II	44,8	43,0	1,8	4,4	52,6	14,43	69,9	28,02	24,51		26,33	
25	42	I	114,3	106,4	7,9	7,0	106,5	29,21	85,5	34,27	23,79		25,51	
25	42	II	144,0	134,3	9,7	6,9	135,8	37,35	69,5	27,86	22,98	23,5	24,43	25,2
26	42	I	121,2	113,6	7,6	6,5	113,3	31,08	69,5	27,86	22,98		24,43	
26	42	II	102,5	95,6	6,9	6,8	95,1	26,09	63,5	25,45	24,82		26,62	

Volumetrische Methode Ca-Gehalt														
VP	Alter	Zahn- schei- be	Gewicht d. Z.-Scheibe frisch mg	troocken mg	Diffe- renz mg	Was- serge- halt %	Ca- Oxalat mg	Ca-Ge- halt n. Oxalat Methode mg	Verbr. Menge n/50 KMNO ₄ ml	Volumetrische Methode Ca-Gehalt				
										frisch mg	%	Mittel- wert %	troocken %	Mittel- wert %
27	44	I	160,4	148,7	11,7	7,4	146,0	30,04	92,3	36,99	23,06	23,5	24,87	25,2
27	44	II	109,0	102,8	6,2	6,3	102,8	28,17	65,7	26,33	23,97		25,61	
28	45	I	125,7	116,2	9,5	7,1	118,8	32,59	74,7	29,94	23,81	23,9	25,76	25,8
28	45	II	161,1	148,5	12,6	8,0	150,8	41,36	96,3	38,60	23,96		25,99	
29	47	I	187,4	172,0	15,4	8,0	171,0	46,91	102,2	40,96	21,85		23,81	
29	47	II	95,6	88,1	7,5	7,3	87,2	23,91	57,5	23,05	24,11	22,5	26,16	24,5
30	47	I	113,4	104,8	8,6	8,0	105,5	28,94	68,7	27,53	24,27		26,26	
30	47	II	213,1	195,5	17,6	8,4	194,8	53,43	105,6	42,32	19,85		21,64	
31	49	I	129,8	119,4	10,4	7,7	116,6	31,98	74,9	30,02	23,12	20,0	25,14	21,1
31	49	II	111,4	109,8	1,6	1,8	69,0	18,93	47,0	18,84	16,91		17,15	
32	53	I	134,2	124,0	10,2	7,4	121,5	33,33	79,1	31,70	23,62	22,1	25,56	23,8
32	53	II	172,3	160,6	11,7	6,9	153,6	42,13	88,8	35,59	20,65		22,16	

Es ist mir eine angenehme Pflicht,

Herrn Dr. med. Grüner

für die Überlassung des Themas, sowie für die
überaus wertvollen Hinweise, die großzügige
Unterstützung und die vielfachen Anregungen
bei der Ausführung dieser Arbeit aufrichtig zu
danken.

Herrn Professor Dr. med. dent. von Reckow
danke ich für die Übernahme des Korreferats.

L I T E R A T U R

- AMSTRONG, W.D. J. Biol. Chem. 120, 677 (1937)
- BARGMANN, W. Histologie u. mikroskopische Anatomie des Menschen.
Stuttgart, Thieme-Verlag 1959
- BAUMANN, M. Zschr. mikrosk. anat. Forschung,
Leipzig, 32, 333 (1933)
- BOWES, J.H. Biochem. J. 29, 2721 (1935)
- BRECHHUS, P. J. Dent. Res. 17, 27 (1938)
- BREDMANN, G. Biochem. u. Physiologie des Fluors.
Berlin, Akademie Verlag, Band 4,
1951
- BRUHN, C.W. Handbuch der Zahnheilkunde, var. pagg.
München, Verlag von J-F. Bergmann,
Band 4, 1939
- McCLURE, F.J. J. Dent. Res. 30, 172 (1951)
- FÖRSTER, A. und G. HAPPEL Dtsch. Z. ger. Med. 48, 195 (1959)
- FRENCH, E.L. J. Dent. Res. 19, 413 (1940)
- FRESENIUS, W. Z. anal. Chemie, 124, 102,
München, Verlag von J-F. Bergmann,
1942
- GERLACH, H. Morph. Jb. 65, 481, Leipzig (1931)
- GOLDBACH, G. Korresp. Bl. Zahnärzte, Berlin 1923
- GOLDBACH, H-W. Zit. nach Schranz, Dtsch. Z. ger. Med.
51, 161 (1961)
- GUSTAFSON, G. J. Amer. dent. Ass. 41, 44-45 (1950)
- HAGA, M. Jap. J. leg. Med. 13, 590 1959

- | | |
|---------------------------|--|
| HINTZSCHE, E. | Zschr. mikrosk. anat. Forschung
Leipzig, 32 (1933) |
| HODGA, H. C. | J. Dent. Res. <u>21</u> , 45 (1941) |
| HOHMANN, A. | Inaug. Diss. Marburg a. d. Lahn (1953) |
| KÜHNS, C. | Dtsch. Mschr. Zahnhk. , Berlin 1895 |
| LEHNER J. und
H. PLENK | Handbuch d. mikrosk. Ant. d. Menschen
Band 5, 3. Teil, S. 449-708,
Berlin, Verlag J. Springer 1936 |
| MAY, G. | Stoma, Konstanz, <u>5</u> , 4, 1952 |
| MÖLLENDORF | Handbuch d. mikrosk. Anatomie d.
Menschen <u>5</u> , 611 (1936) |
| OSCHINSKY, N. | Inaug. Diss. Frankfurt/Main (1921) |
| SCHRANZ, D. | Dtsch. Z. ger. Med. <u>51</u> , 161-172 (1961) |
| SUTOR, M. | Korresp. bl. Zahnärzte, <u>61</u> , Berlin (1937) |

LEBENS LAUF

Geboren am 9. Februar 1929 in Berlin. Grundschule von 1936 bis 1940 in Rostock. 1940 Eintritt in das humanistische Gymnasium zu Rostock. Durch Kriegseinwirkung mehrmalige Umschulung nach Nordhausen, Kolberg und Rostock. Nach Beendigung der Gefangenschaft Wiederaufnahme der Schulausbildung in Goslar und 1950 Abitur an der Großen Stadtschule in Goslar. 1953 Beginn des Studiums für Zahnmedizin in Frankfurt am Main.

Seit 1959 war ich als Gastzahnarzt an der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Würzburg tätig. Seit 1. Januar 1960 bin ich dort als Volontärassistent in einem festen Dienstverhältnis angestellt.

GEDRUCKT BEI LUDWIG MÜLLER ERLANGEN